



Consideraciones petrológicas y cronológicas sobre las rocas graníticas hercínicas de Galicia

Petrological and chronological considerations on the hercynian granitic rocks from Galicia (NW Spain)

BELLIDO, F.; BRANDLE, J. L.; LASALA, M. y REYES, J.

Se realiza un estudio sobre más de 600 análisis químicos correspondientes a los diversos grupos de granitoides hercínicos de Galicia, y se establecen valores medios representativos para la composición química mayoritaria de estos grupos. La comparación con las medias previamente establecidas para el N. O. de Galicia, permite observar un desplazamiento hacia términos composicionales más ácidos para el conjunto de los granitoides sincinemáticos más profundos, que resulta notablemente más acentuado en el grupo de los granitoides sincinemáticos predominantemente biotíticos. Para los granitoides postcinemáticos, las desviaciones observadas son en cambio poco significativas.

El examen de los datos normativos medios, pone en evidencia un carácter peraluminico generalizado para todo el conjunto, apreciándose no obstante un drástico descenso en el contenido en corindón para los granitoides postcinemáticos, que marca una distribución bimodal para este componente normativo.

La clasificación petrológica con base en la mineralogía normativa pone de manifiesto un espectro composicional que fluctúa esencialmente entre granitos y monzogranitos, con muy escasa representación de los términos granodioríticos. La variabilidad observada para los elementos mayores más significativos presenta pautas poco dispersivas.

Los espectros de tierras raras tienen una configuración muy similar para los granitoides precoces predominantemente biotíticos, los granitos de dos micas sincinemáticos y los granitoides inhomogéneos, con anomalías negativas de Eu poco acentuadas. Por el contrario, los granitoides tardicinemáticos someros y los granitoides post-cinemáticos, presentan también espectros bastante similares entre sí, con anomalías negativas de Eu que pueden ser considerables.

Las dataciones cronológicas efectuadas por el método de Rb-Sr en roca total en algunos de los plutones post-cinemáticos se encuentran en un intervalo aproximado de 275-287 m. a., mientras que la mayoría de las dataciones sobre unidades sincinemáticas de dos micas y predominantemente biotíticas fluctúan entre 295 y 323 m. a., aunque se encuentran algunos datos fuera de este entorno, que precisan futuras verificaciones.

Palabras clave: granitoides, Galicia, España, geocronología, Cadena Hercínica.

A survey over more than 600 chemical analysis of Hercynian granitic rocks from Galicia is presented, and a new set of representative mean compositional values of the main groups is calculated. In general, these new mean values are richer in SiO_2 than the previously available ones. This difference is more conspicuous in the biotite rich synkinematic group, and is minimum in the postkynematic granitoids. The average normative composition, shows a systematic peraluminous character for all the granitoids. However, the group of postkynematic granitoids, are poorer in normative corundum than the other groups, which results in a bimodal distribution of this normative component.

The normative petrological classification shows a compositional spectrum ranging mainly from granites to monzogranites. The Granodioritic rocks are very scarce.

The variation trends for the main major elements display patterns with little dispersion.

The REE spectra for the biotite rich synkinematic granites, two mica synkinematic granites and inhomogenous granites are very similar, and show negligible Eu anomalies. By contrast, the shallow level intrusion late-kynematic and postkynematic granites, display conspicuous Eu anomalies and have similar spectra patterns, but different from the previously referred ones.

Whole-rock-Rb-Sr ages for the postkynematic plutons range from 287 to 275 M. y. The majority of the data the synkinematic units range from 323 to 295 M. y. However, some chronological data fall out of these intervals, showing the need of further studies.

Key words: Granitoids, Galicia, Spain, Geochronology, Hercynian-chain.

BELLIDO, F.; LASALA, M. J. (ITGE). BRANDLE, J. L.; REYES, J. (Instituto de Geología Económica C. S. I. C.).

ANTECEDENTES

El aumento progresivo de trabajos de investigación sobre las rocas graníticas de Galicia, ha determinado que su conocimiento haya experimentado una profunda evolución que se refleja en sucesivos cambios de los modelos de clasificación, que han ido adaptándose a las nuevas teorías sobre el plutonismo granítico orogénico.

Los primeros esquemas de clasificación fueron los establecidos por SCHULTZ (1835), a los que posteriormente siguieron los de diversos autores, entre los que cabe destacar a PARGA PONDAL (1935, 1956, 1966), VON RAUMER (1962), WOENS-DREGT (1966), FLOOR (1966), DEN TEX (1966), CAPDEVILA (1969) y ARPS

(1970). Con posterioridad a los trabajos de estos autores, CAPDEVILA y FLOOR (1970) realizan un estudio de síntesis general de los granitoides de Galicia, y establecen un modelo de clasificación con implicaciones genéticas, que con ligeras modificaciones persiste en la actualidad y es utilizado en el ámbito de la granitología de Galicia.

Este modelo se basa en la existencia de dos series graníticas. Una de ellas corresponde a granitoides palingenéticos de carácter aluminico y alcalino, generados en procesos de anatexia cortical, en condiciones relativamente hidratadas. La otra está formada por granitoides híbridos calcoalcalinos, formados por fusión seca en la parte inferior de la corteza, con mezcla de materiales básicos infracorticales. Posteriormente, este modelo

es ampliado con ligeras modificaciones, para el resto de los granitoides hercínicos del Macizo Hespérico por CAPDEVILA *et al.* (1973).

GIL IBARGUCHI (1979, 1982) propone para los granitoides de la región de Muxía-Finisterre ciertas modificaciones sobre el esquema genético anterior. Así, los granitoides de dos micas de tendencia alcalina, se producirían por anatexia progresiva de materiales corticales, entre los que se encontrarían ortoneises y metasedimentos, mientras que los granitoides de la serie calcoalcalina, tendrían un origen más profundo, aunque su génesis se debería a la fusión de materiales corticales, inducida por el ascenso de materiales básicos.

BARRERA *et al.* (1982) y BELLIDO *et al.* (1987 a, b), ponen de manifiesto una serie de dificultades en la aplicación de los modelos de clasificación existentes, que fundamentalmente conciernen a la dificultad de asignación del carácter alcalino o calcoalcalino a diversas unidades y conjuntos plutónicos. Así, se observa la existencia de unidades complejas como la de Friol-Puebla de Parga, que agrupan subunidades con relaciones cartográficas y petrológicas transicionales, que pertenecerían a cada una de las dos series establecidas. También se aprecia la existencia de cantidades significativas de moscovita y, facies de dos micas en unidades consideradas como representativas de las «Granodioritas Precoces» (Chantada-Taboada, Avión...) o de las «Granodioritas Tardías» (El Pindo, El Confurco...), ambas de la Serie Calcoalcalina. Otras dificultades que se encuentran, consisten en el carácter peralumínico prácticamente generalizado para el conjunto de los granitoides (con la excepción de los precursores básicos), la asociación de precursores básicos también a granitoides migmatíticos y de dos micas, y las relaciones existentes entre el plutonismo y el metamorfismo regional.

Esta serie de problemas indujeron a BELLIDO *et al.* (1987 a, b) a utilizar en el estudio de los granitoides del norte de Galicia

y del occidente de Asturias una clasificación basada fundamentalmente en las características petrológico mineralógicas de los granitoides, en sus relaciones con las fases deformativas principales, y en el nivel de emplazamiento, sin ningún tipo de implicaciones genéticas. Asimismo consideran que se precisa la modificación y el refinamiento de los esquemas vigentes, para conseguir unas clasificaciones más coherentes, que permitan encuadrar a los granitoides en un modelo petrogenético y geodinámico adecuado.

Hechas estas consideraciones, y con las limitaciones existentes, se han establecido los siguientes grandes grupos de granitoides con el fin de realizar una caracterización geoquímica de los granitoides de Galicia. Estos grupos son:

- Granitoides inhomogéneos-migmatíticos.
- Granitoides sincinemáticos predominantemente biotíticos.
- Granitoides sincinemáticos de dos micas.
- Granitoides tardicinemáticos de emplazamiento somero.
- Granitoides postcinemáticos.

Además de estos grupos, ha de tenerse en cuenta la presencia de un conjunto de rocas básicas, denominado en el ámbito regional como precursores básicos. Este grupo no se considera más que marginalmente en este trabajo debido a la escasa abundancia de estas rocas y a la dispersión de datos existentes.

Por lo que respecta a la correlación de los granitoides de Galicia, con los de otras áreas del Macizo Hespérico, es de destacar la abundancia de leucogranitos de dos micas en este sector. Este tipo de granitos se concentra fundamentalmente en una zona en el noroeste del Macizo Hespérico cuyo límite meridional coincide a grandes rasgos con la zona de cizalla de Juzbado-Pinhel, comprendiendo el norte de Portugal, Galicia, Zamora y el N. de la provincia de Salamanca. Otra característica petrológica de interés respecto al plutonismo de Galicia, consiste

en la escasísima representación que tienen los granitoides cordieríticos, limitándose prácticamente la aparición de cordierita a algunos granitoides migmatíticos del sector occidental y no apareciendo en ningún plutón epizonal.

Con respecto a las relaciones del plutonismo con el metamorfismo y la deformación, en Galicia se encuentran muy bien representados los granitoides sincinemáticos de emplazamiento meso-catazonal. Frente a la evolución metamórfica, no es raro que las unidades de emplazamiento más temprano, presenten en sus fábricas y mineralogía, evidencias de reajustes y recrystalizaciones inducidas por los procesos tectometamórficos regionales, llegándose a casos como los de los macizos de Negreira y Finisterra, que están afectados por los procesos de migmatización.

CARACTERIZACION GEOQUIMICA DE LOS GRANITOIDES DE GALICIA POR SU COMPOSICION MAYORITARIA

El estudio para la caracterización geoquímica de estos granitoides se ha realizado a partir de más de 600 análisis químicos de elementos mayores, seleccionados en una base de datos generada con información procedente de diversos proyectos del ITGE y de la bibliografía de ámbito regional. Estos datos han sido contrastados con extensa información cartográfica y petrológica publicada o procedente de trabajos y proyectos inéditos.

En la Tabla 1 figuran las medias composicionales correspondientes a los distintos grupos de granitoides, así como sus normas CIPW. Como puede verse claramente, los índices de diferenciación del conjunto, son bastante elevados, siendo superiores a 82 incluso en el grupo más básico. Este grupo corresponde a los granitoides predominantemente biotíticos sincinemáticos y es el que presenta menores contenidos de SiO_2 y K_2O y mayores de TiO_2 , Al_2O_3 , FeO , MgO y

CaO , lo que se traduce a nivel de la norma en un menor contenido de cuarzo y ortosa, y mayor de anortita, hiperstena, ilmenita y magnetita.

Por lo que respecta al grado de saturación en aluminio, se observa que todos los grupos son corindón normativos, con un contenido apreciable de este componente. No obstante, el carácter menos aluminico corresponde a los granitoides postcinemáticos, y es en este grupo en el que algunas unidades plutónicas pueden tener litologías con ligera subsaturación en aluminio. Fuera de esto grupos principales, es en el de los precursores básicos, en el que se encuentra de forma más frecuente un carácter subaluminico.

Comparando estos datos con las medias existentes para otros sectores del Macizo Hespérico (Tabla 2), puede observarse que considerados en su conjunto, los granitoides de Galicia, son más ácidos que la composición media previamente calculada para el noroeste, y que la correspondiente al sector central.

En la figura 1, se han representado los diagramas de Harker para los elementos mayores más significativos en el conjunto de granitoides considerados, incluidos los precursores básicos, que corresponden a las muestras con menor de 64 % de SiO_2 . En estos diagramas puede verse que los óxidos de significado básico (TiO_2 , FeO , CaO , MgO , FeO) tienen pautas de variación lineales, netas y decrecientes respecto al aumento de SiO_2 , presentando una dispersión relativamente baja. El Al_2O_3 también sigue pautas decrecientes pero la dispersión aumenta considerablemente en las rocas menos ácidas. Para el K_2O se observan unas pautas fuertemente dispersivas, con una concentración de los tipos más potásicos en el sector más rico en SiO_2 . Los «precursores básicos» proyectados en estos diagramas están separados por un claro «gap» de la población de los granitoides. No obstante, la alineación de estas rocas con las tendencias evolutivas de los elementos de significado

TABLA 1**GRANITOS DE GALICIA (Valores medios)**

| | A | B | C | D | E |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO ₂ | 73.84 | 70.54 | 74.02 | 74.12 | 72.85 |
| TiO ₂ | 0.26 | 0.44 | 0.23 | 0.30 | 0.30 |
| Al ₂ O ₃ | 14.53 | 15.54 | 14.84 | 14.87 | 14.32 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.37 | 0.59 | 0.33 | 0.39 | 0.48 |
| FeO | 1.23 | 1.96 | 1.08 | 1.30 | 1.62 |
| MnO | 0.08 | 0.11 | 0.08 | 0.08 | 0.06 |
| MgO | 0.47 | 1.10 | 0.43 | 0.47 | 0.44 |
| CaO | 0.95 | 1.71 | 0.76 | 0.71 | 1.31 |
| Na ₂ O | 3.01 | 3.31 | 3.13 | 2.70 | 3.49 |
| K ₂ O | 5.06 | 4.31 | 4.84 | 4.78 | 4.83 |
| P ₂ O ₅ | 0.07 | 0.17 | 0.15 | 0.13 | 0.12 |
| Total * | 99.87 | 99.78 | 99.89 | 99.85 | 99.82 |

* (ANÁLISIS RECALCULADOS A 100 PARA FeO TOTAL Y SIN H₂O.
DIFERENCIAS A 100 DEBIDAS A REAJUSTE FeO-Fe₂O₃).

NORMA CIPW

| | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Q | 33.66 | 28.79 | 34.77 | 37.48 | 29.94 |
| Or | 29.90 | 25.47 | 28.60 | 28.25 | 28.54 |
| Ab | 25.47 | 28.01 | 26.49 | 22.85 | 29.53 |
| An | 4.26 | 7.37 | 2.79 | 2.67 | 5.72 |
| Hy | 2.84 | 5.33 | 2.55 | 2.89 | 3.29 |
| Mt | 0.54 | 0.86 | 0.48 | 0.57 | 0.70 |
| Il | 0.49 | 0.84 | 0.44 | 0.57 | 0.57 |
| Ap | 0.16 | 0.39 | 0.35 | 0.30 | 0.28 |
| C | 2.54 | 2.73 | 3.43 | 4.27 | 1.26 |
| ID | 89.04 | 82.27 | 89.86 | 88.58 | 88.01 |

A) Granitoides inhomogéneos (25)

B) Granitoides sincinemáticos predominantemente biotíticos (54)

C) Granitoides sincinemáticos de dos micas (285)

D) Granitoides tardicinemáticos someros (23)

E) Granitoides postcinemáticos (230)

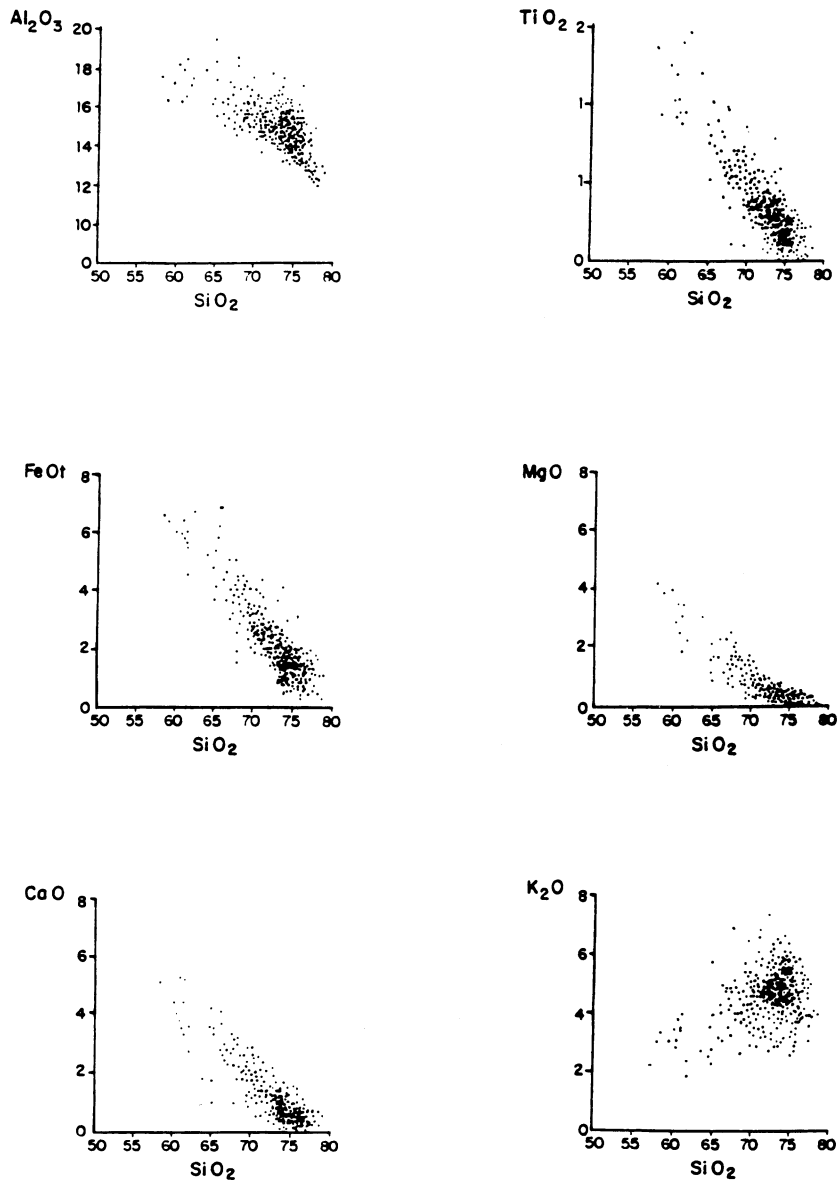
TABLA 2
COMPOSICIONES MEDIAS DE GRANITOIDES DE LOS
SECTORES N.O. Y CENTRO DEL MACIZO HESPERICO
(EN BARRERA ET AL 1981)

| | NOROESTE (342 ANAL) | | CENTRO (1677 ANAL) | |
|--------------------------------|------------------------|------|-----------------------|------|
| | \bar{x} | s | \bar{x} | s |
| SiO ₂ | 70,91 | 4,94 | 71,59 | 3,80 |
| Al ₂ O ₃ | 14,62 | 1,37 | 14,64 | 1,13 |
| FeO | 2,37 | 1,70 | 2,16 | 1,42 |
| MnO | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,04 |
| MgO | 0,77 | 1,11 | 0,75 | 0,85 |
| CaO | 1,18 | 1,19 | 1,09 | 1,09 |
| Na ₂ O | 3,27 | 0,71 | 3,26 | 0,57 |
| K ₂ O | 4,37 | 1,12 | 4,50 | 0,82 |
| TiO ₂ | 0,34 | 0,29 | 0,32 | 0,25 |
| P ₂ O ₅ | 0,14 | 0,13 | 0,19 | 0,12 |
| H ₂ O | 1,27 | 0,70 | 1,09 | 0,49 |
| ID | 84,46 | 8,92 | 85,29 | 8,11 |

NORMA CIPW

| | | |
|----|------|------|
| Q | 30,1 | 30,9 |
| Or | 25,8 | 26,6 |
| Ab | 27,7 | 27,6 |
| An | 4,9 | 4,2 |
| Hy | 5,8 | 5,4 |
| Il | 0,6 | 0,6 |
| Ap | 0,3 | 0,4 |
| C | 2,7 | 2,9 |

Fig. 1



DIAGRAMAS DE VARIACION DE LOS OXIDOS MAYORITARIOS MAS SIGNIFICATIVOS PARA EL CONJUNTO DE GRANITOIDES (INCLUIDOS ENCLAVES BASICOS).

básico en los granitoides, podría interpretarse en el sentido de que la mezcla en distintas proporciones entre magmas graníticos y rocas básicas puede ser en parte responsable de la variabilidad encontrada en las asociaciones graníticas.

En el diagrama Q-A-P (Fig. 2) se han proyectado las muestras de los distintos grupos plutónicos estudiados (con la excepción de los precursores básicos), con corrección para la cantidad de albita teórica que forma parte del feldespato alcalino. Como puede observarse, prácticamente la totalidad de la población estudiada, se sitúa en el campo de los granitos y monzogranitos, con escasísimas rocas en el campo de las granodioritas. No se observa ninguna tendencia de individualización de subgrupos, sino una dispersión de muestras bastante homogénea, y propia de una única población fundamental.

En el mismo diagrama, en la Figura 3, se han representado las medias correspondientes a los tipos plutónicos considerados, incluyéndose en este caso la media de los datos disponibles de precursores básicos, con carácter meramente informativo. En esta figura, se aprecia una disposición claramente alineada con el punto de proyección de los precursores básicos y el vértice de la plagioclasa. También, se han proyectado estos mismos valores medios, después de calcular la moscovita y biotita teóricas a partir del corindón y la hiperstena normativos. En este caso se puede observar un sensible alejamiento con respecto al vértice del feldespato alcalino. Este hecho pone claramente de manifiesto que la presencia de minerales potásicos distintos a los feldespatos, puede producir sensibles diferencias en la clasificación de partir de la composición mineralógica modal para una misma composición química. Así un granitoide epizonal emplazado fuera de campo de estabilidad de la moscovita tendrá una composición «más granítica» que una roca formada a partir del mismo magma, emplazado en una zona más profunda, en condiciones de estabilidad de la moscovita.

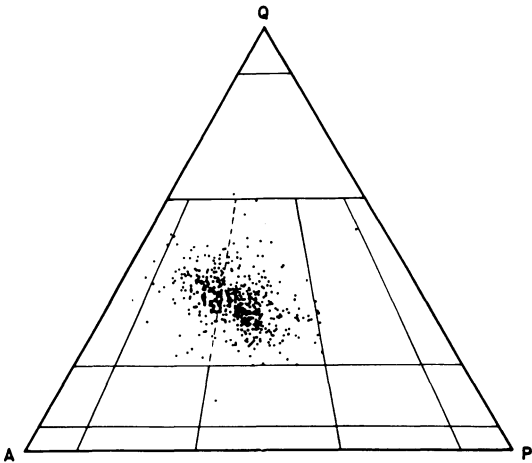
La distribución de la población de los granitoides con respecto al contenido en SiO_2 puede observarse en el histograma de la figura 4. En el que se aprecia una clara asimetría, con una cola bastante más alargada en el extremo menos silíceo. También se observa un claro hiato entre el conjunto de los granitoides y la muestra de precursores básicos considerada. Nuevamente la cola asimétrica de la población de los granitoides podría interpretarse como indicativa de un cierto grado de hibridación con los materiales básicos.

La distribución del contenido de corindón normativo (Fig. 5) pone de manifiesto la existencia de una bimodalidad, que está terminada por las subpoblaciones de los granitoides sincinemáticos y de los granitoides postcinemáticos. De las muestras situadas en la región correspondiente a la presencia de diopsido normativo, la mayoría pertenecen a la pequeña muestra de precursores básicos considerada y únicamente 8 de ellas pertenecen a granitoides postcinemáticos.

CARACTERIZACION DE LOS GRANITOIDES DE GALICIA EN CUANTO A LA DISTRIBUCION Y COMPORTAMIENTO DE LAS TIERRAS RARAS

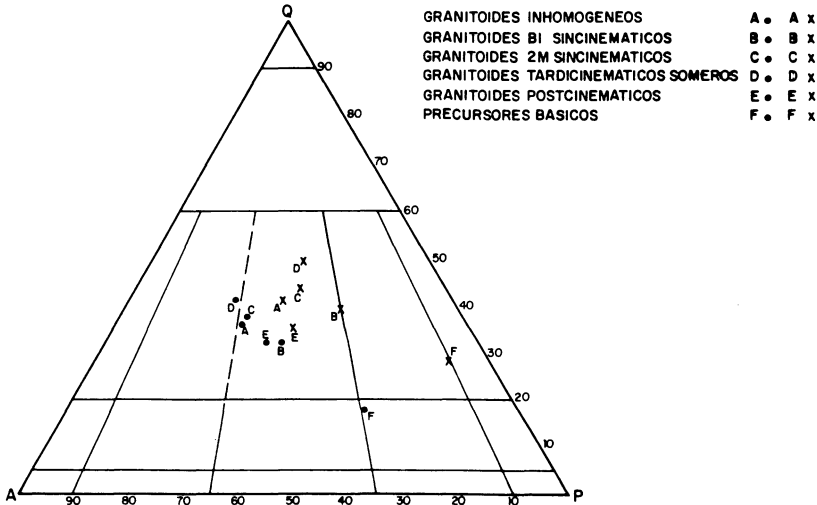
La información existente sobre tierras raras en los granitoides de Galicia se restringe fundamentalmente a los datos aportados por GIL IBARGUICHI *et al* (1984) para unidades de la región de Muxia-Finisterre y a un considerable volumen de datos del proyecto ITGE «Caracterización de las rocas graníticas hercínicas del norte de Galicia y del occidente de Asturias». La analítica de tierras raras de este proyecto fue realizada por activación neutrónica en los laboratorios del E. C. N. de Petten (Holanda). Aunque la información se restringe a las unidades plutónicas de la mitad septentrional de Galicia, la gran cantidad de datos existentes y la similitud del plutonismo granítico del

Fig. 2



Proyección en el diagrama de clasificación de la IUGS de la mineralogía normativa de los granitoides de Galicia (con corrección para feldespatos)

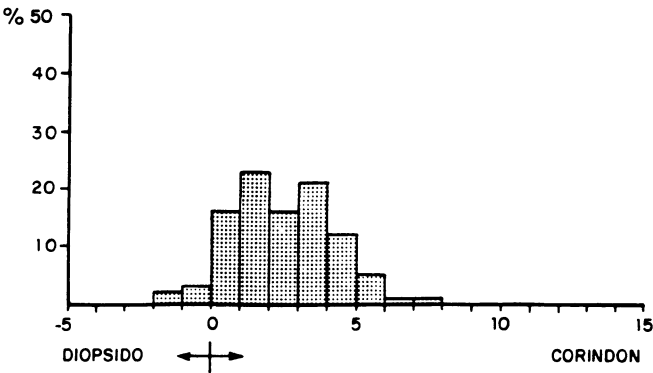
Fig. 3



Proyección en el diagrama de clasificación de la I.U.G.S. de la mineralogía normativa de los granitoides de Galicia (• Con corrección para feldespatos. x Con corrección para feldespatos y micas)

Fig. 4

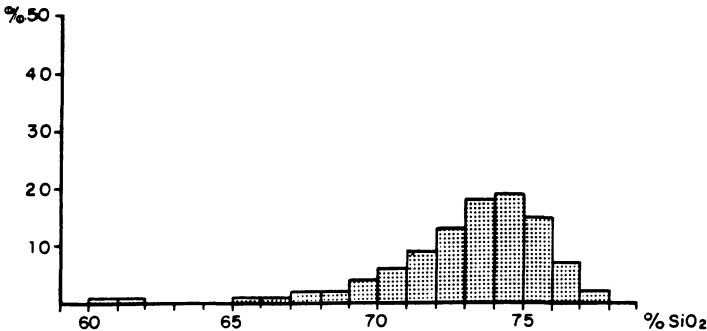
Nº de muestras 0 0 1 10 16 96 143 99 126 75 28 9 6 1 1 1 0 0 0 0



DISTRIBUCION DE DIOPSIDO Y CORINDON NORMATIVOS EN GRANITOIDES DE GALICIA

Fig. 5

Nº de muestras 1 4 4 1 1 3 4 7 13 12 28 39 55 79 113 116 92 41 12 2



DISTRIBUCION DE SiO₂ EN GRANITOIDES DE GALICIA

norte y sur de Galicia, hacen que los resultados obtenidos a partir de estos datos, puedan considerarse como representativos para el conjunto del plutonismo granítico de esta región.

En la tabla 3 figuran los contenidos medios de tierras raras de los grupos de granitoides considerados, así como valores de normalización condriticos y corticales. El examen de estos datos pone de manifiesto que los contenidos más bajos de tierras raras corresponden a los granitoides de dos micas sincinemáticos y a los granitoides migmatíticos inhomogéneos, diferenciándose entre si estos dos grupos por tener una relación La/Ce apreciablemente más elevada los granitoides migmatíticos, que son a su vez los que tienen más elevada esta relación dentro del conjunto de granitoides. Con respecto a la relación La/Yb se aprecia que los valores inferiores corresponden a los granitoides postcinemáticos y a los tardicinemáticos de emplazamiento somero, que son los que presentan un menor fraccionamiento entre tierras raras ligeras y pesadas.

Al examinar los espectros de tierras raras normalizados al valor condritico (Fig. 6), y comparar los datos de los distintos grupos, se observa una clara diferencia entre los espectros de los granitoides postcinemáticos y los tardicinemáticos de emplazamiento somero frente a los de los granitoides mesocatazonales, lo que permite definir dos grupos, de los que el correspondiente a los granitoides tardi-postcinemáticos (de emplazamiento somero) se caracteriza por presentar anomalías medias de Eu relativamente acentuadas. Por otra parte se aprecia que a pesar de existir algunas diferencias en los contenidos de tierras raras, las configuraciones de los espectros de los granitoides inhomogéneos y de los granitoides sincinemáticos predominante biotíticos y de dos micas (meso-catazonales) son muy similares.

Otro punto a resaltar, a partir del examen de los espectros de tierras raras, consiste en el salto positivo que se aprecia para los contenidos en La, no descartándose que

puede ser debido a derivas sistemáticas de los procedimientos analíticos.

Al comparar los espectros de tierras raras normalizados a valores corticales (Fig. 7), se observa que los valores medios de estos granitoides, son relativamente próximos a los de la media de la Corteza Superior calculada por TAYLOR & Mc LENNAN (1989). El grupo de granitoides que presenta unas diferencias algo más acusadas, es el de granitoides sincinemáticos de dos micas, que tienen un empobrecimiento relativo en tierras raras pesadas. Por lo demás, se sigue apreciando como característica distintiva, que los granitoides postcinemáticos y tardicinemáticos de emplazamiento somero, tienen una anomalía en Eu moderada. Una posible explicación a la presencia de esta anomalía en estos granitoides, puede ser que debido a sus características de emplazamiento tardío y en condiciones permisivas y de mayor tranquilidad tectónica, existen las condiciones apropiadas para la actuación de forma más efectiva de los procesos de cristalización fraccionada, con separación de plagioclasa, lo que determinaría la presencia de las anomalías negativas de Eu.

En la figura 8 se han representado las franjas de variación de los espectros de tierras raras para los diferentes grupos graníticos, donde puede observarse el grado de dispersión existente en cada uno de ellos. El grupo de los granitoides tardicinemáticos de emplazamiento somero es el que presenta una variabilidad más acentuada. En estos gráficos siguen apreciándose lógicamente las mismas características fundamentales que en los espectros medios, si bien se observa, que algunos granitoides sincinemáticos de dos micas tienen claras anomalías negativas de Eu. Estas anomalías, están determinadas fundamentalmente por facies diferenciadas de unidades plutónicas de dos micas, en cuya generación ha debido jugar un papel importante el fraccionamiento de plagioclasa. No obstante, dada la poca importancia cuantitativa que tienen estas facies, su efecto queda eliminado al consi-

TABLA 3

CONTENIDOS MEDIOS DE REE EN LOS
GRANITOIDES DEL N DE GALICIA

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----------------------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|
| La | 28.97 | 49.95 | 19.66 | 25.29 | 29.66 | 0.367 | 30 |
| Ce | 54.47 | 115.89 | 45.46 | 66.84 | 73.85 | 0.957 | 64 |
| Sn | 5.46 | 7.72 | 4.52 | 6.33 | 7.32 | 0.231 | 4.5 |
| En | 0.70 | 1.21 | 0.63 | 0.50 | 0.75 | 0.087 | 0.88 |
| Tb | 0.44 | 0.61 | 0.26 | 0.45 | 0.79 | 0.58 | 0.64 |
| Yb | 1.69 | 2.18 | 0.78 | 1.76 | 3.40 | 0.248 | 2.2 |
| Lu | 0.35 | 0.65 | 0.23 | 0.30 | 0.66 | 0.038 | 0.32 |
| REE | 92.08 | 178.21 | 71.54 | 101.47 | 116.43 | 1.986 | 102.54 |
| La/Ce | 0.53 | 0.43 | 0.43 | 0.38 | 0.40 | 0.38 | 0.47 |
| Lam | 78.94 | 136.10 | 53.57 | 68.91 | 80.82 | 1 | 81.74 |
| Ybm | 6.81 | 8.79 | 3.15 | 7.10 | 13.71 | 1 | 8.87 |
| (La/Yb) _n | 11.59 | 15.48 | 17.01 | 9.71 | 5.89 | 1 | 9.22 |

A) Granitoides inhomogéneos

B) Granitoides sincinemáticos predominantemente biotíticos

C) Granitos sincinemáticos de dos micas

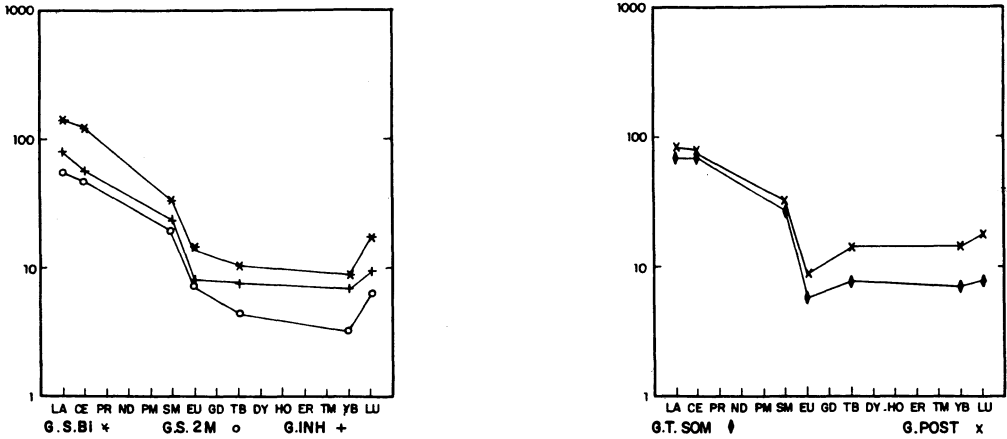
D) Granitoides tardicinemáticos someros

E) Granitoides postcinemáticos

F) Condritas (Evensen et al 1978)

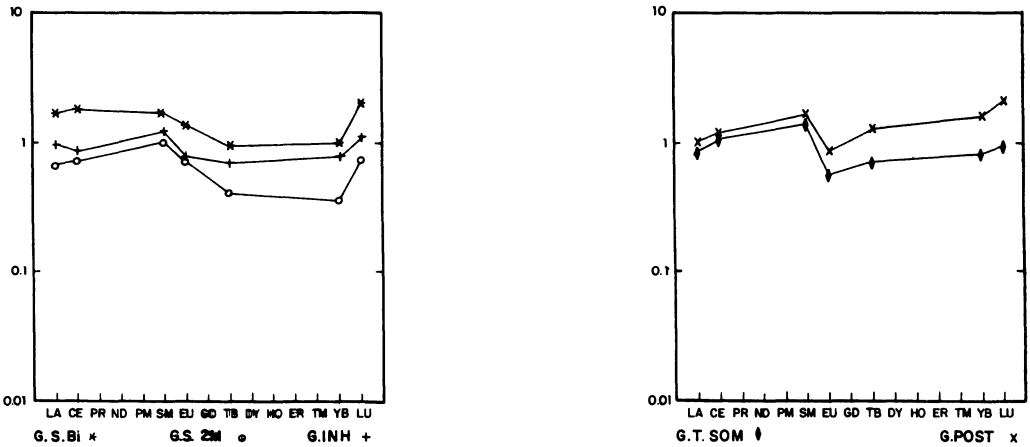
G) Corteza superior (Taylor & Mc Lennan 1985)

Fig. 6



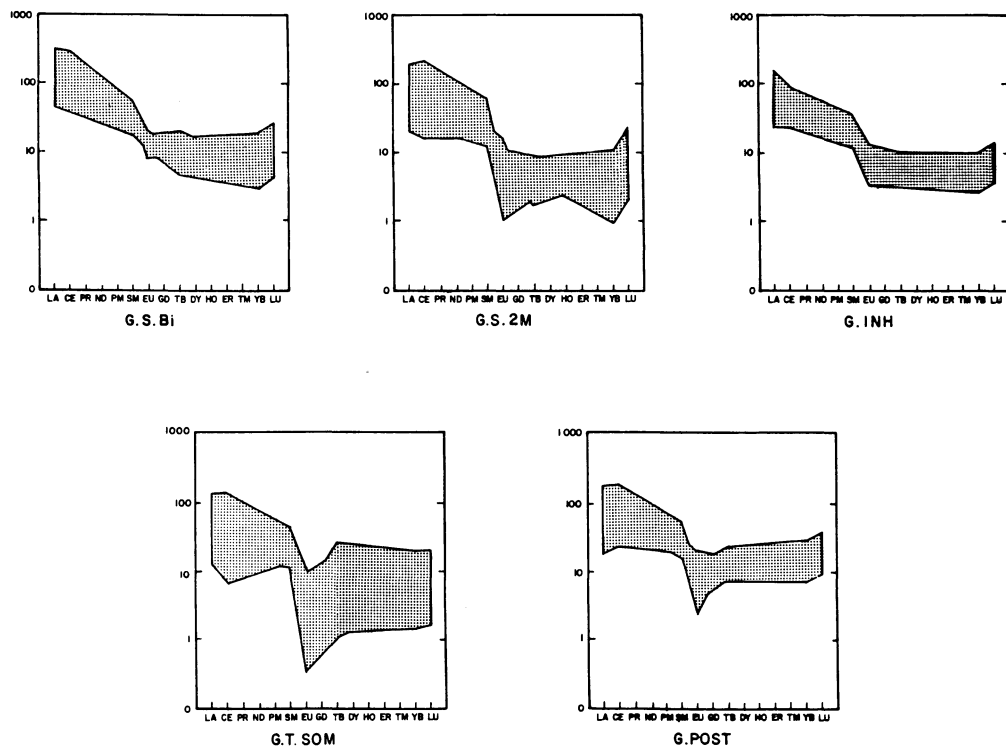
ESPECTROS DE REE DE LAS MEDIAS DE LOS DISTINTOS GRUPOS DE GRANITOS DEL N. DE GALICIA (NORMALIZACION CONDRICTICA)

Fig. 7



ESPECTROS DE REE DE LAS MEDIAS DE LOS DISTINTOS GRUPOS DE GRANITOS DEL N. DE GALICIA (NORMALIZACION CORTICAL)

Fig. 8



ESPECTROS DE REE DE LOS DISTINTOS GRUPOS DE GRANITOIDES HERCINICOS DEL N. DE GALICIA

derar los valores medios de este grupo de granitoides.

CONSIDERACIONES PETROGENETICAS SOBRE LOS DATOS GEOQUIMICOS DE LOS GRANITOIDES DE GALICIA

El estudio del conjunto de datos de elementos mayores, pone claramente de manifiesto, que no se puede establecer con base en ellos, ninguna distinción neta, dentro del conjunto de los granitoides. Así, si bien según los criterios de CAPDEVILA y FLOOR (1970), y CAPDEVILA *et al.* (1973), se pueden marcar algunas diferencias, entre los tipos más representativos de la serie híbrida calcoalcalina, y los de la serie palinge-

nética alcalino-alumínica, esta diferencia se diluye al tener en cuenta las unidades con características petrológicas transicionales.

Únicamente, se marca una clara diferencia entre el conjunto de los granitoides y el de los precursores básicos, que se separan por sus contenidos inferiores de SiO_2 , y por un grado de saturación en aluminio más bajo.

Con respecto a los precursores básicos de Galicia, BEA *et al.* (1984), confirman las observaciones de GALAN (1987), apreciando la distinción entre tipos máficos y ultramáficos, y ponen además de manifiesto la presencia de rocas altas en potasio e incluso tipos shoshoníticos.

Para los granitoides predominantemente biotíticos sincinemáticos, las observaciones de este trabajo permiten resaltar el ca-

rácter peraluminico practicamente generalizado, así como la escasez de términos granodioríticos, tal y como indicaban BARRERA *et al.* (1984).

Los granitoides de dos micas sincinemáticos tienen como característica más peculiar, un carácter marcadamente leucocrático y peraluminico. Es de resaltar con respecto a este grupo, el notable solapamiento composicional que presenta con los términos ácidos de los granitoides sincinemáticos predominantemente biotíticos.

Los granitoides migmatíticos inhomogéneos tienen características composicionales relativamente similares a los grupos precedentes, situándose en una posición intermedia. No obstante, se observa que el contenido en K_2O de estas rocas es relativamente elevado.

La composición media de los granitoides tardicinemáticos de emplazamiento somero, es bastante ácida y rica en aluminio, siendo por el momento problemática su representatividad, debido a las características transicionales de este grupo, y a la escasez de datos disponibles.

El grupo de los granitoides postcinemáticos, tiene como característica principal el ser el que presenta la saturación en aluminio más baja, hecho que marca una cierta diferencia con respecto al grupo de los granitoides predominantemente biotíticos sincinemáticos, junto con los cuales, según las clasificaciones de CAPDEVILA y FLOOR (1970) y CAPDEVILA *et al.* (1973), constituye la serie híbrida calcoalcalina.

Todas las características observadas para el conjunto de granitoides de Galicia, con respecto al quimismo de elementos mayores, evidencia que constituyen un grupo con espectro de variación restringido, que fluctúa entre tipos monzograníticos y graníticos. Las rocas básicas asociadas, se encuentran en proporciones muy escasas y presentan una separación bastante neta con respecto a los granitoides, marcándose un hiat composicional en torno al 64 % de SiO_2 . Es precisamente en este grupo en el que se

encuentra la gran mayoría de rocas igneas meta-alumínicas de Galicia.

Con respecto a los datos de tierras raras, como ya se ha visto en el apartado precedente, los granitoides sincinemáticos biotíticos y de dos micas, así como los granitoides migmatíticos tienen configuraciones de espectros muy similares entre sí y relativamente diferentes de las que presentan los granitoides tardicinemáticos de emplazamiento somero y los postcinemáticos. Estos últimos tienen espectros con algo de menos fraccionamiento entre tierras raras ligeras y pesadas algo menor y anomalías negativas de Eu relativamente acentuadas.

Con base en estudios sobre la distribución de tierras raras, GIL IBARGUCHI *et al.* (1984) ponen de manifiesto que faltan argumentos para suponer el origen de cualquiera de los granitoides de Galicia por procesos de fusión o diferenciación de rocas mantélicas. Señalan por el contrario que las evidencias geoquímicas apuntan a favor de una génesis por distintos grados de fusión parcial de una corteza continental heterogénea, con sobreimpresión de procesos de diferenciación y fraccionamiento cristalino de los magmas resultantes. Los datos considerados en este trabajo pueden ser interpretados en la misma línea de razonamiento, quedando claramente patente la gran semejanza de la distribución de tierras raras en estos granitoides, con la estimada para la composición media de la corteza continental superior. Las anomalías negativas de Eu en algunos de los grupos, son atribuibles a la actuación de procesos de fraccionamiento cristalino que serían acordes con su ámbito y condiciones de emplazamiento.

Todas estas consideraciones son concordantes con los datos geoquímicos de elementos mayores, y apoyan la idea de un magmatismo de génesis cortical, ligado a la evolución de un orógeno colisional en que no se separarían grupos petrogenéticos muy netos. La variabilidad encontrada se debería a la heterogeneidad de las áreas fuente corticales, acentuada por la actuación de proce-

sos de diferenciación sobre los magma resultantes, y por diferencias en la profundidad de génesis y emplazamiento de los magmas. Por otra parte hay que tener en cuenta el papel desempeñado por las rocas básicas asociadas a los granitoides, que si bien son escasas, y carecen muy posiblemente de conexión genética directa con ellos, contribuyen a la variabilidad del conjunto a través de procesos de hidridación.

Si bien se considera que son válidas las observaciones anteriores para el conjunto de granitoides de Galicia, hay que tener en cuenta la presencia de otras asociaciones plutónicas hercínicas en el Macizo Hespérico, tales como algunas unidades de la zona Cantábrica y de la Zona de Ossa-Morena, en las que la participación de materiales mantélicos ha jugado papeles más importantes.

NUEVOS DATOS GEOCRONOLÓGICOS SOBRE LOS GRANITOIDES DE GALICIA. PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS Y PROCESADO DE LOS DATOS

En este trabajo se presenta una nueva serie de dataciones radiométricas realizadas por el procedimiento de Rb-Sr en roca total, sobre granitoides del sector septentrional de Galicia. Estas dataciones se han realizado en los laboratorios del ITGE, en el marco de propósitos del proyecto de «Caracterización de las rocas graníticas del norte de Galicia y del occidente de Asturias».

Los análisis se realizaron sobre muestras brutas de roca fresca de aproximadamente 10 Kg, obteniéndose muestras reducidas de roca total de 0.5 g. y de tamaño de grano inferior a $1\mu\text{m}$.

Las muestras así obtenidas se atacan con una mezcla 1:5 de HF: ClO_4H . La separación química del Rb y del Sr se realiza por cromatografía de intercambio catiónico con una resina AG 50 W-X 8 y se eluye con HCl 2.5 N.

Los contenidos de Rb y Sr y la relación Rb/Sr de las rocas totales, se midieron sobre

pastillas de polvo prensado por espectrometría de fluorescencia de rayos X, por dispersión de longitudes de onda.

La composición isotópica del Sr fue determinada con un espectrómetro de masas Varian Mat TH5. Se utilizaron filamentos dobles del Re. El fraccionamiento instrumental se corrige normalizando al valor de la relación $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr} = 0,1194$. En el procedimiento para roca total la composición isotópica del Sr se mide directamente sobre muestras sin spike.

Los errores en estas determinaciones se han estimado como máximo en 1.5 % para la relación Rb/Sr y 0.2 % para la relación $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. En estos límites globales para el error relativo están incluidos tanto los errores sistemáticos como los aleatorios del procedimiento analítico. La contribución del blanco de Sr a las medidas es siempre menor del 0.5 %.

Las líneas de mejor ajuste se han calculado mediante un programa de regresión lineal por mínimos cuadrados ponderados con la precisión de las medidas según el método de York-Williamson. La edad se obtiene considerando una constante de desintegración del ^{87}Rb de $1.42 \cdot 10^{-11}$ años (valor recomendado por la I. U. G. S.). Como criterio de pertenencia de los puntos a la isocrona se utiliza el valor de M. S. W. D. Los errores señalados para las edades y las relaciones iniciales $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ corresponden a errores 1σ .

Antes de considerar los resultados (Tablas 4a, b) es preciso realizar una serie de consideraciones respecto a la precisión y dispersión observadas en las edades y relaciones isotópicas iniciales, que afectan al valor de M. S. W. D. de las isocronas. Así, por una parte, el muestreo disponible, es relativamente limitado, lo que determina que al parecer en algunos casos muestras con características anómalas, el número de datos disponibles sea reducido, con las limitaciones que ello conlleva.

Por otra parte, en algunas unidades cuyo espectro composicional es restringido, la

TABLA 4 a
DATAIONES Rb-Sr

UNIDADES SINCRINEMATICAS PREDOMINANTEMENTE BIOTITICAS

| <u>UNIDADES</u> | Obtenida MSWD Crítica | EDAD | $\frac{87}{86} / \frac{Sr}{Sr} (0)$ |
|------------------|-----------------------------|----------|-------------------------------------|
| CHANTADA-TABOADA | 11.89 | 323 ± 11 | 0.7072 ± 0.0009 |
| | 2.18 | | |
| NEGREIRA | 5.54 | 350 ± 11 | 0.7072 ± 0.0003 |
| | 2.02 | | |

UNIDADES SINCRINEMATICAS DE DOS MICAS

| <u>UNIDADES</u> | Obtenida MSWD Crítica | EDAD | $\frac{87}{86} / \frac{Sr}{Sr} (0)$ |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------|-------------------------------------|
| CONJUNTO GRANITICO DE PADRON | 4.77 | 310 ± 8 | 0.7114 ± 0.0009 |
| | 3.07 | | |
| ESPENUGA | 1.55 | 313 ± 75 | 0.7108 ± 0.0162 |
| | 2.45 | | |
| HOMBREIRO (Facies hetero-granular) | 4.77 | 295 ± 29 | 0.7147 ± 0.0039 |
| | 2.68 | | |
| SAN CIPRIAN | 0.52 | 287 ± 7 | 0.7113 ± 0.0010 |
| | 2.29 | | |

dispersión de la relación Rb/Sr es muy baja, por lo que los errores en la determinación de la edad y la relación isotópica inicial a partir de la isocrona son considerables.

También, en el caso del macizo de El Pindo, a pesar de que los valores de la isocrona son plenamente aceptables, la relación isotópica inicial tiene un valor bastante bajo, por lo que su significado debe tomarse con precaución.

**CONSIDERACIONES CRONOLOGICAS
SOBRE LOS GRANITOIDES DE GALICIA**

La cantidad de dataciones radiométricas en los granitoides hercínicos de Galicia es

bastante limitada, y en general la mayor parte de datos existentes se refieren a unidades plutónicas concretas, y sin propósito de encuadre sistemático del plutonismo en los eventos tectometamórficos hercínicos. Respecto a esta última problemática, CAPDEVILA y VIALETTE (1970) realizan un intento de datación de la segunda fase deformativa hercínica, según el esquema tectónico vigente en aquellos momentos, a partir de las dataciones de los macizos de Friol, Puebla de Parga y Forgoselo, determinando para ella, una edad de 304 ± 10 m. a.

Posteriormente, RIES (1979) con base en un conjunto relativamente amplio de dataciones por el método Ar-K, realiza una se-

TABLA 4 b
DATAIONES Rb-Sr

UNIDADES TARDICINEMATICAS DE EMPLAZAMIENTO SOMERO

| <u>UNIDADES</u> | Obtenida MSWD Crítica | EDAD | $\frac{87}{86} / \frac{Sr}{Sr} (0)$ |
|----------------------------|-----------------------------|----------|-------------------------------------|
| LA SILVA (La Coruña) | 0.84 | 307 ± 20 | 0.7130 ± 0.0010 |
| | 2.45 | | |
| VARILONGO (Endogranito) | 2.89 | 306 ± 11 | 0.7251 ± 0.008 |
| | 2.68 | | |

UNIDADES POSTCINEMATICAS

| <u>UNIDADES</u> | Obtenida MSWD Crítica | EDAD | $\frac{87}{86} / \frac{Sr}{Sr} (0)$ |
|-----------------|-----------------------------|----------|-------------------------------------|
| TRABA | 16.75 | 275 ± 3 | 0.7078 ± 0.0032 |
| | 2.45 | | |
| EL PINDO | 1.12 | 276 ± 4 | 0.7047 ± 0.0020 |
| | 2.68 | | |
| LA TOJIZA | 0.14 | 276 ± 23 | 0.7141 ± 0.0030 |
| | 3.92 | | |

rie de estimaciones geocronológicas sobre la evolución de un sector más amplio de la Cadena Hercínica. No obstante, estas determinaciones, teniendo en cuenta la evolución tectometamórfica de la Cadena, tienen la limitación de que solo pueden considerarse como informativas acerca del momento en que se produjo el bloqueo del sistema Ar-K en los granitoides considerados.

Este autor, reajusta las dataciones referidas de CAPDEVILA y VIALETTE (1970) a los nuevos valores de la constante de desintegración de STEIGER y JAGER (1977), desplazando la edad de la segunda fase de deformación (según los esquemas entonces vigentes) a 315 ± 10 m. a.

SERRANO PINTO y GIL IBARGUCHI (1987) realizan una recopilación de las dataciones en granitoides de la región Galaico-Castellana y actualizan los resultados en función de las nuevas constantes de desintegración. Estos autores encuentran un lapso temporal muy dilatado para el emplazamiento de los granitoides, observando una cierta tendencia al agrupamiento, definiéndose mejor los grupos con edades comprendidas entre 290 y 332 m. a. De acuerdo con las edades de las deformaciones hercínicas en la Península Ibérica, consideran que los granitoides sincinemáticos serían aquellos cuyo emplazamiento tuvo lugar entre 300 y 325 millones de años. Esta recopilación y estudio de síntesis es posteriormente extendida a todos los datos de rocas ígneas del Macizo Hespérico por SERRANO PINTO *et al.* (1988).

Con respecto a las dataciones publicadas de K-Ar con resultados verosímiles, se observa que los datos correspondientes a moscovitas de granitoides sincinemáticos de dos micas, presentan una edad media de 305 m. a. con edad máxima de 313 m. a., mientras que las biotitas de estas mismas rocas determinan una edad media de 286 m. a. con una edad más antigua de 302 m. a. Una primera interpretación de estos resultados, permite suponer una edad mínima promediada de 305 millones de años para la

intrusión-enfriamiento de estos granitoides, que puede considerarse rebajada por el reajuste debido a la superposición de los procesos dinamotérmicos regionales. Estas condiciones regionales, debieron mantenerse por encima de los límites de bloqueo de argón de la biotita hasta unos 286 millones de años por término medio.

Analizando los datos de las biotitas para el conjunto de los granitoides, se obtienen unos valores promedios que fluctúan entre 282 y 292 m. a., que son bastante coincidentes con los datos obtenidos para la biotita de los granitoides sincinemáticos de dos micas. Esto refuerza la idea, de que la temperatura de bloqueo de argón en la biotita, debió alcanzarse a nivel regional en este intervalo de tiempo.

Las dataciones Rb-Sr existentes para los granitoides de Galicia son más escasas. Para los granitoides predominantemente biotíticos sincinemáticos, CAPDEVILA y VIALETTE (1970) realizan la datación del Macizo de Puebla de Parga, para el que obtienen una edad de 323 ± 10 m. a. que resulta algo elevada si se tienen en cuenta sus relaciones con los granitoides de dos micas del Macizo de Friol, datados por estos mismos autores en 315 ± 10 m. a. (valores corregidos en RIES, 1977). Posteriormente BELLIDO *et al.* 1989 realizan una nueva datación, en la que se considera a los granitoides de Friol y Puebla de Parga, como integrantes de un complejo plutónico cogenético, y obtienen una edad de 318.7 ± 4.2 m. a. a partir de una isocrona conjunta en la que también se incluyen los datos de CAPDEVILA y VIALETTE (1970).

Para los granitoides de dos micas sincinemáticos, se dispone de la datación realizada por VAN CASLTEREN *et al.* (1979) en el Granito de La Guardia, para el que determinan una edad de 311 ± 2 m. a., y de los granitos de Friol-Guitiriz para los que CAPDEVILA y VIALETTE (1965, 1970) determinan edades comprendidas entre 312 y 315 m. a. (datos corregidos en RIES 1977).

El grupo que cuenta con más dataciones

es el de los granitoides postcinemáticos, para el que se encuentra una notable acumulación de edades entorno a 287 m. a. en función de los datos existentes.

Entre las dataciones presentadas en este trabajo (Tablas 4a y b), se incluyen dos de granitoides predominantemente biotíticos sincinemáticos, correspondientes a los macizos de Negreira y Chantada Taboada. Estas dataciones, determinan un intervalo comprendido entre 323 y 315 m. a. para el emplazamiento de este tipo de granitoides, teniendo en cuenta las limitaciones de los resultados disponibles.

Las edades obtenidas en granitoides de dos micas sincinemáticos, suministran valores cronológicamente próximos para el Conjunto Granítico de Padrón (310 ± 8 m. a.) y para el granito de Espenuca (313 ± 75 m. a.) (con una dispersión muy elevada). Para los Macizos de Hombreiro y San Ciprián se obtienen edades más recientes (295 ± 29 y 287 ± 7), que en el caso de este último se solapan con edades de intrusión de granitoides postcinemáticos. Así, para este grupo de granitoides, el intervalo de emplazamiento abarca entre 313 y 287 m. a. en función de los datos disponibles.

Para el grupo de los granitoides sincinemáticos de emplazamiento somero solo se dispone de los datos del Macizo de La Coruña al que corresponde una edad de 307 ± 20 m. a., y del Macizo de Varilongo, con una edad de 308 ± 11 m. a. no pudiendo aportar más información en lo que respecta al intervalo de emplazamiento de este tipo de unidades plutónicas.

El grupo de los granitoides postcinemáticos es el que concentra mayor número de dataciones radiométricas. La gran mayoría de datos existentes en estas unidades se concentran en torno a 287 m. a. No obstante en este trabajo se presentan nuevas dataciones sobre los macizos de El Pindo, Tojiza y Traba que se agrupan en torno a un intervalo de 275-276 m. a. marcándose una neta separación con respecto al resto de los granitos de este grupo.

Con respecto a las relaciones isotópicas iniciales $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$, se observa un espectro para todos los granitoides sincinemáticos mesocatazonales, que fluctúa entre 0.7148 y 0.7072, lo que apoyaría un predominio de componente cortical para los materiales de los que derivan. En el caso de los granitoides postcinemáticos el intervalo es más amplio, variando entre 0.7141 y 0.701. Este último valor corresponde a datos de COCHERIE (1978) para el Macizo de Castroverde, y resulta aparentemente muy bajo para rocas de esta naturaleza, aunque también se registran en otros casos valores bastante bajos, como el presentado en este trabajo para el Macizo de El Pindo, al que corresponde una relación isotópica inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de 0.7047.

CONSIDERACIONES FINALES Y CONCLUSIONES

El estudio del conjunto de datos petrológicos y geoquímicos considerados para los granitoides hercínicos de Galicia, no pone en evidencia diferencias netas, que permitan suponer la presencia de poblaciones de rocas ígneas generadas a partir de protolitos de naturaleza muy contrastada. Solo se puede establecer la excepción del grupo de los precusores y enclaves básicos. Por el contrario la mayoría de los datos disponibles, hablan a favor de un magmatismo de génesis esencialmente cortical, formado posiblemente a partir de un conjunto de materiales metasedimentarios grauváquico-pelíticos, y neises ácidos-ortoderivados, en concordancia con las observaciones de GIL IBAR-GUGHÍ *et al.* (1984).

La variabilidad de esta asociación magmática es debida muy probablemente a la heterogeneidad cortical en las zonas de génesis y a diferencias en las condiciones de fusión (presión, temperatura, abundancia de H_2O , tasa de fusión...). A estas diferencias se superponen otras, como las debidas a

hibridación con distintas proporciones de materiales básicos infracorticales, y a procesos de fraccionamiento cristalino, que contribuyen a definir la configuración de las líneas evolutivas de estos granitoides.

Los datos disponibles sobre relaciones isotópicas $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ iniciales de estas rocas, definen un intervalo de variación relativamente amplio, aunque en su mayoría se encuentran en rangos propios de materiales corticales. No obstante, se encuentran en algunas unidades plutónicas relaciones más bajas, que pueden ser interpretadas, como debidas a un mayor grado de participación infracrustal, o bien, a su generación a expensas de materiales corticales pobres en es-troncio radiogénico, sin descartarse la posibilidad de imprecisiones analíticas.

En cuanto a los datos geocronológicos existentes, se observa que para las edades obtenidas por el método Rb-Sr, el intervalo de intrusión de los granitoides sincinemáticos se extiende entre 323 y 287 m. a., mien-

tras que para los granitoides postcinemáticos se encuentran un gran número de unidades con edades en torno a los 287 m. a. No obstante, para estos últimos se encuentran también algunos plutones con edades más recientes del orden de 275 m. a.

Por lo que respecta a las dataciones por el método K-Ar publicadas, para las edades de moscovitas de granitoides sincinemáticos, se puede definir una edad media en torno a 305 m. a., con edades más antiguas del orden de 320 m. a., lo que coincide de forma bastante aproximada con los datos de Rb-Sr. disponibles. Para los datos de las biotitas se obtienen valores más recientes tanto para los granitoides sincinemáticos, como para los postcinemáticos, lo que evidencia que las condiciones regionales para el bloqueo del Ar en la biotita se han alcanzado en un periodo más tardío en torno a 290-280 m. a., que coincide a grandes rasgos con la etapa de intrusión de los plutones postcinemáticos.

BIBLIOGRAFIA

- BARRERA, J. L., BELLIDO, F., BRANDLE, J. L. y PEINADO, M. (1981). Espectro geoquímico de los granitoides tardihercánicos del Macizo Hespérico. (Sector español). *Cuad. Geol. Ibérica* 7, 219-234.
- BARRERA, J. L., BELLIDO, F., PABLO MACIA, J. G., DE y ARPS, C. E. S. (1982). Evolución petro-lógico geoquímica de los granitoides hercánicos del NO gallego. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 3, 21-52.
- BEA, F., SANCHEZ GONZALEZ, J. G. y SERRANO PINTO, M. (1987). Una compilación geoquímica (elementos mayores) para los granitoides del Macizo Hespérico, en Bea, F., et al., eds., Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico: Madrid, Ed. Rueda, p. 87-193.
- BELLIDO, F., GONZALEZ LODEIRO, F., KLEIN, E., MARTINEZ-CATALAN, J. R. y PABLO MACIA, J. G. DE (1986). Revisión de las características y clasificación de los granitoides hercánicos de la zona norte de Galicia y del oeste de Asturias. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe* 11, 241-260.
- BELLIDO MULAS, F., GONZALEZ LODEIRO, KLEIN, E., MARTINEZ CATALAN, J. R. y PABLO MACIA, J. G. (1987). Las rocas graníticas her-cánicas del norte de Galicia y occidente de Asturias. Memorias I. G. M. E. 101, 157 p.
- BELLIDO MULAS, F., GARCIA GARZON, J. y REYES ANDRES, J. (1990). Estudio petrológico y geocronológico (Rb-Sr) de los granitoides de Friol y Puebla de Parga (NO de Lugo). *Bol. Geol. y Mine-ro* 101, 621-631.
- CAPDEVILA, R. & VIALETTE, Y. (1965). Premières mesures d'âge absolu effectuées par la méthode au strontium sur les granites et micachistes de la province de Lugo (Nord. Ouest de l'Espagne). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 270, 5081-5083.
- CAPDEVILA, R. (1969). Le métamorphisme régional progressif et les granites dans le segment hercynien de Galice Nord Orientale (NW de l'Espagne). Thèse Univ. Montpellier; 430 pp.
- CAPDEVILA, R. & FLOOR, P. (1970). Les différents types de granites hercyniens et leur distribution dans le nord-ouest de l'Espagne. *Bol. Geol. y Min.*, 81 (2-3), 215-225.
- CAPDEVILA, R. & VIALETTE, Y. (1970). Estimation radiométrique de l'âge de la deuxième phase tecto-nique hercynienne en Galice moyenne (Nord-

- Ouest de l'Espagne). *C. R. Acad. Sci. París*, 270, 2527-2530.
- CAPDEVILA, R., CORRETGE, G. & FLOOR, P. (1973). Les granitoides varisques de la Meseta Ibérique. *Bull. Soc. Géol. France*, 15 (3-4), 209-228.
- COCHERIE, J. P. (1978). Géochimie des terres rares dans les granitoides. Unpub. Thesis. Univ. de Rennes, 207 pp.
- FLOOR, P. (1966). Petrology of an aegirine-riebeckite gneiss-bearing part of the Hesperian Massif: the Galifeiro and surrounding areas, Vigo, Spain, *Leidse, Geol. Med.*, 36, 1-204.
- GALAN, G. (1987). Las rocas graníticas del Macizo de Vivero en el sector norte (Lugo, NO. de España). *Corpus Geologicum Gallaeciae* 2.^a serie. III; 376 pp.
- GIL IBARGUCHI, J. I. (1979). Metamorfismo y plutonismo en la región de Muxía-Finisterre (NW de España).
- GIL IBARGUCHI, J. I. (1982). Metamorfismo y plutonismo en la región de Muxía-Finisterre (NW de España). *Corpus Geologicum Gallaeciae*, 2.^a serie., I; 253 pp.
- GIL IBARGUCHI, J. I., BOWDEN, P. & WHITLEY, J. E. (1984). Rare earth element distribution in some hercynian granitoids from the Finisterre region. NW Spain. *Jour. J. Geol.*, 92, 397-416.
- PARGA PONDAL, I. (1935). Ensayo de clasificación cronológica de los granitos gallegos. *Anais Fac. Cienc. Porto*, 20, 50-60.
- PARGA PONDAL, I. (1956). Nota explicativa del mapa geológico de la parte NO de la provincia de La Coruña. *Leidse Geol. Med.*, 21, 467-484.
- PARGA PONDAL, I. (1966). Datos geológico-petrográficos de la provincia de La Coruña. En: Estudio agrobiológico de la Prov. de La Coruña, editado por Inst. de Invest. Geológicas, Edafológicas y Agrobiológicas de Galicia. Artes Gráficas del Faro de Vigo, S. A.; 1-46.
- RAUMER, J. VON (1962). Geología del zócalo cristalino de la península de Barbanza, cerca de Noya (La Coruña), *Not. Com. I. G. M. E.*, 68, 171-180.
- RIES, A. C. (1979). Variscan metamorphism and K-AR dates in the Variscan Fold Belt of S Brittany NW Spain, *J. Geol. Soc. London*, 136, 89-103.
- SCHULZ, G. (1935). Descripción geognóstica del Reino de Galicia., Gráficas Reunidas, S. A. Madrid, 176, 176 pp.
- SERRANO PINTO, & GIL IBARGUCHI, J. I. (1987). Revisión de datos geocronológicos e isotópicos de granitoides hercínicos y ante-hercínicos de la región Galaico-Castellana. *An. Fac. Ciencias Univ. Porto* (Portugal), v, 1, p. 171-180.
- SERRANO PINTO, M., CASQUET, C., IBARROLA, E., CORRETGE, L. G. & PORTUGAL FERREIRA, M. (1988). Síntese geocronológica dos granitoides do Maciço Hespérico, in BEA, F. *et al.*, eds., Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico, Madrid, Ed. Rueda, p. 69-86.
- STEIGER, R. & JAGER, E. (1977). Subcommission on constants in geo and cosmochemistry. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 36, 359-362.
- TAYLOR, SR. R & MC LENNAN (1985). The Continental Crust: its composition and evolution. *Blackwell Sci. Public.* 312 p.
- TEX, E. den (1966). Aperçu pétrologique et structurale de la Galice cristalline. *Leidse Geol. Med.*, 36, 211-222.
- WOENSDREGT, C. F. (1966). Informe preliminar sobre los estudios de la petrografía del extremo occidental de Galicia. *Leidse Geol. Med.* 36, 261-278.

Recibido, 27-V-92

Aceptado, 26-VIII-92